

硅铁电炉烟尘治理探讨

程钦铭

(福建省冶金工业设计院)

本文介绍了硅铁电炉烟尘的特性及一般治理方法,重点论述了布袋除尘器的选择及设计中烟气量、烟气温度、烟气冷却降温等设备参数的确定。

DISCUSSION ABOUT SMOKE MANAGEMENT OF FERROSILICON ELECTRIC FURNACE

Cheng Qinming

(Fujian Province Metallurgical Design Institute)

The paper introduces smoke specific property and normal management method of ferrosilicon electric furnace, major discusses how to select cloth bag duster and determine parameters of fluegas quantity, temperature and cooling in design.

一、前 言

随着我国钢铁工业的发展,我国的铁合金产品和产量也有了迅速发展。特别是近几年来,在我国小水电和矿石资源较为丰富的地区,小型铁合金电炉如雨后春笋般纷纷建立起来。但是,由于技术力量和资金的不足,这些小型铁合金电炉绝大多数均未设置烟尘治理设施,给各地的环境造成了严重污染,这应引起我们的高度重视。

五十年代前,世界上几乎所有的电炉烟气也都没有经过处理而直接排入大气。随着环境保护意识的提高,国外在六十年代就开始了烟气进行除尘处理的研究。因此,我们除加强环境保护意识的宣传和教外,加

强铁合金电炉烟尘治理的技术交流也是非常必要的。本文结合自己在硅铁电炉烟尘治理设计工作中的实践和所收集到的一些资料,就国内硅铁烟尘治理作一探讨,以期有助于减轻和消除我国硅铁生产中的污染问题。

二、硅铁烟尘的特性及除尘方法

1. 硅铁烟尘的特征

硅铁粉尘的成分、分散度、比电阻见表1—3。

硅铁粉尘呈灰白色,质轻粒细,容重约

表1 硅铁粉尘主要成分, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
92.2±1.70	0.460±0.400	1.00±0.400	0.730±0.060	0.890

表2 硅 铁 粉 尘 的 比 电 阻

温 度(°C)	11	50	75	100	125	150	175	200
比电阻 (Ω·cm)	2.4×10 ¹⁴	5.5×10 ¹⁴	3.2×10 ¹⁴	1.1×10 ¹⁴	2.5×10 ¹³	3.3×10 ¹²	9.5×10 ¹¹	3.2×10 ¹¹
温 度(°C)	225	250	275	300	325	350	375	400
比电阻 (Ω·cm)	1.1×10 ¹¹	3.9×10 ¹⁰	1.5×10 ¹⁰	7.1×10 ⁹	3.5×10 ⁹	2.0×10 ⁹	1.2×10 ⁹	7.2×10 ⁸

表3 硅铁粉尘的分散度

加料熔炼期			氧化出铁期		
粒径 (μm)	频数分布 (%)	筛下累积 分布(%)	粒径 (μm)	频数分布 (%)	筛下累积 分布(%)
≥ 10	3.7	—	≥ 10	—	—
6	2.0	97.1	6	1.1	—
4	4.8	95.1	4	3.9	98.8
3	5.4	90.3	3	3.3	94.9
2	6.1	84.9	2	2.2	91.6
1	8.0	76.8	1	3.9	89.4
0.5	12.5	68.8	0.5	6.1	85.5
0.4	15.8	56.3	0.4	7.9	79.4
< 0.4	40.5	40.5	< 0.4	71.5	71.5

为 $200\text{kg}/\text{m}^3$ ，安息角 $\alpha \approx 48^\circ$ ，吸湿性差。从表中可以看出硅铁烟尘的化学成分以 SiO_2 为主，占90%以上；比电阻高，在 225°C 时，其比电阻也不低于 $1.0 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ；粉尘以小粒径为主，小于 $5\mu\text{m}$ 的占93%以上。

2. 硅铁烟气的除尘方法

考虑硅铁电炉烟尘的治理设施时，必须根据烟尘的特性和具体情况来确定。硅铁烟气的除尘方法通常有：

(1) 旋风或重力除尘

旋风或重力除尘是利用尘粒和气体的离心力（重力）的差异而进行除尘。硅铁烟尘的容重轻，粒径也小，难以利用离心力（重力）把尘粒从气体中完全分离出来。因此，采用此方法除尘效率低，达不到排放标准要求。

(2) 湿法除尘

硅铁粉尘吸湿性差，且能耗大，除去粉尘的污泥污水难以妥善处理。所以，小容量敞口式或半封闭式硅铁电炉烟气除尘不宜采用。

(3) 电除尘

由于硅铁粉尘的比电阻高，必须加以调质处理后才能适合电除尘的要求，且技术复杂，投资大。

(4) 袋式除尘

目前国内外硅铁电炉烟气除尘绝大多数都是采用袋式除尘。袋式除尘效率高且稳定，操作维修方便，投资和运行费用适中。

除尘收集下来的硅铁粉尘具有很强的火山灰活性，是优良的水泥掺合剂，具有很高的回收利用价值。

三、硅铁电炉袋式除尘器的选择及设计

1. 袋式除尘器的选择

袋式除尘器的正确选择不仅关系到除尘效率的高低，而且对除尘器能否正常运行及工程投资和维修费用影响甚大。

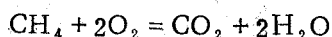
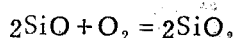
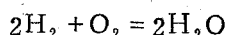
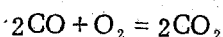
目前，袋式除尘器的类型较多，大体上可分为正压式和负压式二种。正压式不受除尘器箱体漏风量的影响，因而对箱体的密封性要求不高，但其风机要处于含尘烟气中运行，风机叶轮容易磨损，增加了风机的维修量，影响除尘系统的连续运行。负压式可减轻风机的维修量，而且有利于除尘后的烟气集中高空排放，还可方便地把除尘后的热烟气作为反吹气源引入除尘器反吹滤袋清灰，减小滤袋结露的危险性。但负压式对除尘器箱体密封性要求较高，增加了相应设备的投资。由于硅铁电炉的烟气体量大，又是连续生产，所以通常采用的袋式除尘器都由多个隔离的小室组成，当某些滤袋需要检修更换时，可关闭该室的进气口，进入该室检修或更换滤袋，而不影响整个系统的正常运行。

袋式除尘器的滤袋材质有多种，目前用于电炉烟气除尘的滤袋材质大体上有三类：一类是工业涤纶，使用温度一般小于 120°C ，允许滤速可达 $1\text{m}/\text{分钟}$ 以上，当烟气温度控制不当时，不是容易结露就是容易烧坏滤袋，因此除在敞开式高烟罩小炉子上有使用外，其它炉子使用较少；第二类是高温聚脂型滤袋，允许温度达 200°C ，但不耐酸且价格高，因此使用也还不普遍；第三类是玻璃纤维滤袋，允许使用温度可达 $250\text{--}280^\circ\text{C}$ ，在用于过滤硅铁烟尘时允许滤速一般为 $0.5\text{m}/\text{分钟}$ 左右。为了提高玻璃纤维滤袋的机械强度，目前常采取经硅胶-石墨纱处理。

再配以适宜的反吹清灰，滤袋的使用寿命可达5年以上。

2. 烟气量和烟气温度

众所周知，每生产一吨75%硅铁，理论上大约产生1500—2000m³炉气，其主要成分是CO。由于炉内烟气离开料面时的温度很高，遇到混入炉内的空气时就按下列反应式进行燃烧：



混入的空气越多，烟气量越大，烟气温度越低。混入空气量的多少，与炉型、烟罩、及炉前操作情况有很大关系。因此，在设计时可以通过实测或参考同类型炉子的烟气温度作为设计烟气温度，并提出为达到这个烟气温度而对炉型、烟罩设计、制作、安装及炉前操作制度等方面的要求，以保证设计烟气温度的实现。烟气设计温度确定以后，可以根据生产硅铁的品种所需的单位还原剂消耗

量、硅回收率、还原剂的挥发分和水分、混入炉子的空气温度等，通过化学反应式和热平衡计算，求出每吨产品产生的烟气量。

3. 烟气的冷却降温

由于电炉烟气温度高，因此必须进行冷却降温处理后才能进入袋式除尘器。烟气冷却降温的方法有多种：一是掺入冷空气直接降温，显然这样将增加除尘系统的处理烟气量，因而造成管道系统、除尘设备、风机容量都要加大，增加了工程投资和运行费用；二是采用排管间接空气冷却，这种方法维修量少，但钢材耗量大，占地面积也大，冷却效率也不高；三是喷雾冷却，一次投资比排管空气冷却少，但系统设备投资要增加，并且对喷水量控制要求较高；四是采用余热锅炉冷却烟气，余热锅炉产生的热水及蒸汽可以利用，具有节能意义，这是目前国内外大型炉子中常用的冷却烟气的方法，但一次投资较大。在设计中应根据实际情况进行具体分析比较后再确定烟气冷却降温方案。

(1995年1月收稿)

(上接35页)

表2

项 目	场地浇铸	圆盘浇铸机	台式锭模
生产率	高	高	低
工人劳动强度	低	低	高
粉尘	高	低	高
产品成形	差	好	好
炉产量计算	不准确	准 确	准 确
清铁损失	大	小	小
流铁槽浇铸损失	大小	小	中
投资	中	高	低
运行费	低	高	中
起重机占用	中	短	长

在试生产过程中，当浇铸机发生事故检修时，我们还采用了备用的台式锭模浇铸及场地浇铸。三种浇铸方式的优缺点见表2。

六、结 论

通过一年多来对圆盘浇铸机从设计、制造、调试、运行、维护等各环节的进一步完善，它在大型铁合金电炉生产中已占有明显的优势，成为50MVA硅铁电炉生产中首选的浇铸方法，在降低成本、提高质量、安全、环保方面起到了积极作用。

(1995年12月收稿)